ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 OCTOBRE 1917.

PRÉSIDENCE DE M. CAMILLE JORDAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le PRÉSIDENT souhaite la bienvenue à Sir ALMROTH WRIGHT, qui assiste à la séance.

PÉTROLOGIE. — *Les laves leucitiques de la Somma.* Note [1] de M. A. LACROIX.

Il est généralement admis [2] que les laves leucitiques dont les dykes, les sills et les coulées constituent l'ossature de la Somma ont la même composition que les laves actuelles du Vésuve. D'autre part, les analyses récentes de ces dernières roches n'ont mis en évidence que de petites variations chimiques entre les leucittéphrites émises par les diverses éruptions du Vésuve datant de la période historique.

Deux analyses publiées dans une Note précédente conduisant à mettre en doute la première de ces conclusions, je me suis proposé de rechercher quelle est la composition chimique des principaux types des vieilles laves de la Somma. Ne pouvant, dans les circonstances actuelles, entreprendre de nouvelles recherches sur le terrain, je me suis contenté d'étudier les matériaux, très considérables d'ailleurs, provenant de mes explorations antérieures et de plusieurs collections réunies au Muséum depuis plus d'un siècle. Toutes ces roches ont été examinées en lames minces, groupées par types, et un échantillon représentatif de chacun de ceux-ci a été analysé.

---

(1) Séance du 8 octobre 1917.

(2) U. S. WASHINGTON, *The roman comagmatic region* (*Carnegie Institution of Washington*, n° 57, 1906).

Quelques mots seulement sur les laves actuelles du Vésuve bien souvent décrites. Ces leucittéphrites peuvent être rapportées à deux types principaux, en rapport avec le mode de dynamisme qui les a amenés au jour. L'un d'eux, caractéristique des épanchements lents du type de l'éruption de 1895, est caractérisé par des phénocristaux de leucite macroscopiques, associés à des phénocristaux d'augite, d'olivine et quelquefois de plagioclases qui ne sont le plus souvent visibles qu'avec le secours du microscope ([1]). Dans le second type, les phénocristaux visibles à l'œil nu appartiennent surtout à l'augite; ceux de leucite, d'olivine, de labrador sont peu nombreux et de très petite taille. Ce type est fourni par les grandes éruptions paroxysmales du genre de celles de 1872, de 1631 et aussi par les épanchements par fissures de basse altitude (1760, 1794, 1861). La lave de 1906 occupe une position intermédiaire entre ces deux types principaux. Dans chacun d'entre eux, et suivant les conditions de la consolidation, toutes les variétés possibles de cristallinité s'observent dans la pâte, depuis des roches très riches en verre (bord des coulées, scories de projection) jusqu'à d'autres qui sont holocristallines [partie centrale des grandes coulées de 1631 (la Scala)]. Cette variation dans la nature des phénocristaux entraîne des variations systématiques dans la nature des microlites, puisque la composition globale de ces laves reste sensiblement constante; la pâte du premier type est pauvre en leucite et riche en augite, alors que l'inverse a lieu pour celle du second. A cette composition minéralogique, il faut ajouter, pour certaines des coulées refroidies lentement, de nombreux minéraux formés par autopneumatolyse ([2]) dans les pores ou dans les fentes (néphéline, sodalite, orthose, microsommite, fayalite, biotite, hornblende, etc.).

Au cours de l'éruption de 1906 et de quelques autres grands paroxysmes, le Vésuve a rejeté des blocs de laves de cristallinité variée renfermant de petites masses, de quelques millimètres, de quelques centimètres ou de quelques décimètres cubes, d'un verre noir, à cassure conchoïdale, à aspect d'obsidienne, faisant gelée sous l'action des acides; elles sont tantôt isolées et tantôt régulièrement distribuées.

Analyses des laves du Vésuve actuel (*vésuvites*). — 1. Éruption de 1631 (La Scala), II(III).(7) (8).2.2(3); 2. Éruption de 1872 (près l'Observatoire), II (III).7.2.2 (3); 3. Éruption de 1903 (Atrio del Cavallo), II.7.2.2 (3) (analyses par M. Washington, *op. cit.*); 4. Éruption de 1906 (près de Boscotrecase), II'.7.2.2 (3); 5. Bloc de la même éruption, II'.'8.2.2; 6. Nodule de verre résiduel dans la roche 5, II.'7.1.4 (analyses par M. Pisani).

([1]) Je ne parle pas des minéraux, tels que l'apatite, la titanomagnétite, qui existent dans toutes les roches étudiées dans cette Note.

([2]) A. Lacroix, *Étude minéralogique des produits silicatés de l'éruption du Vésuve* (avril 1906). (Conséquences théoriques à en tirer à un point de vue général.) [*Nouvelles Archives du Muséum*, t. 9, 1907 (1 à 172, pl. 1 à 10).]

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
SiO^2	47,71	47,65	48,50	47,89	48,20	53,10
Al^2O^3	17,61	18,13	17,56	18,46	18,12	20,70
Fe^2O^3	2,46	2,63	2,48	1,32	3,29	0,07
FeO	5,68	6,48	6,10	7,75	4,30	4,77
MgO	4,80	4,19	4,27	3,79	4,64	1,77
CaO	9,42	9,01	8,16	9,18	8,40	3,18
Na^2O	2,75	2,78	2,65	2,78	2,51	9,10
K^2O	7,64	7,47	7,93	7,15	8,99	5,84
TiO^2	0,37	1,13	1,41	1,16	1,59	0,47
ZrO^2	0,06	0,02	tr.	»	»	»
P^2O^5	0,77	0,50	1,01	0,25	0,38	»
BaO	0,26	0,24	0,08	n. d.	n. d.	»
H^2O à 105°	tr.	0,13	0,12	0,93	»	0,70
» au rouge	n. d.	0,11	0,04			
	99,53	100,47	99,91	100,66	100,42	99,70

Ces analyses montrent que les leucittéphrites du Vésuve se trouvent à la frontière des groupes leucocrate et mésocrate; elles sont dopotassiques, mais à la limite du groupe sodipotassique; leur caractéristique réside dans leur richesse en leucite et dans la valeur du rapport des alcalis à la chaux feldspathisable qui les réunit toutes dans le même rang, le deuxième : je les désigne sous le nom de *vésuvites*.

Le verre dont il vient d'être question n'est pas seulement une curiosité minéralogique, il présente un grand intérêt théorique. Ses propriétés physiques et sa composition chimique montrent qu'il ne constitue pas une obsidienne de leucittéphrite. Tandis qu'en effet le verre noir résultant de la fusion complète et du refroidissement brusque de la vésuvite englobante a une densité de 2,66 et un indice de réfraction de 1,5615 (Na), la densité du verre naturel est de 2,52 et son indice de 1,5254. L'analyse 6 fait voir que sa composition chimique diffère essentiellement de celle de la vésuvite par une proportion plus grande de silice, d'alumine et surtout de soude, par une teneur moindre en potasse, en magnésie et en chaux. On doit le considérer comme le résidu d'une différenciation, par cristallisation, du magma épanché; il représente en quelque sorte l' « eau mère » de celui-ci restant après la production de la vésuvite. Sa composition est très voisine de celle (1) de la phonolite qui se trouve à l'état de blocs dans les tufs de la Somma; c'est en un mot une véritable *obsidienne phonolitique*. Sa pro-

(1) SiO^2 56,10; Al^2O^3 22,65; Fe^2O^3 0,59; FeO 1,48; MgO 0,62; CaO 2,27 Na^2O 8,27; K^2O 7,09; TiO^2 0,07; Cl 0,50; H^2O 0,10 = 99,74.

duction est donc une réminiscence et une réduction, à une échelle minuscule, du phénomène qui, dans une période ancienne de l'histoire du volcan, a produit une roche dosodique aux dépens d'un magma qui n'a fourni en dehors d'elle que des roches sodipotassiques et dopotassiques; elle explique l'existence à la Somma de cette phonolite néphélinique, comme égarée au milieu d'un cortège de roches leucitiques.

Les leucittéphrites de la Somma, bien que qualitativement semblables aux vésuvites, en diffèrent quantitativement; elles sont à rapporter à trois types principaux. L'un d'eux, caractérisé par des phénocristaux macroscopiques de leucite, est comparable au premier type du Vésuve, mais ses cristaux leucitiques sont plus gros, et ils sont en outre accompagnés de phénocristaux d'olivine, d'augite et de bytownite, plus petits, mais visibles à l'œil nu; tous sont disséminés dans une pâte, tantôt grise et poreuse, tantôt noire et compacte, très riche en plagioclase et en augite et généralement pauvre en leucite. Un second type est noir foncé; il ne contient guère que des phénocristaux d'augite, comme le second type du Vésuve; le microscope montre en outre des phénocristaux plus petits de biotite en voie de résorption et de très rares cristaux de leucite; ce dernier minéral est concentré dans la pâte en cristaux très menus, avec beaucoup d'augite et de magnétite et peu de plagioclase; la roche fait penser tout d'abord à une leucitite, bien que la composition chimique conduise à une autre conclusion. A ces deux types doivent être rapportés les lapilli scoriacés, noirs, de la Somma; ils ont été rejetés en grande quantité, avec ceux du magma neuf, par les explosions de 1906.

Un dernier type est celui que j'appellerai *doléritique;* il est holocristallin et généralement de couleur claire. La bytownite, très abondante, est seule automorphe, elle est accompagnée de cristaux d'augite, d'olivine et de biotite qui, très fréquemment, au moins sur leur périphérie, enveloppent pœcilitiquement ou ophitiquement du feldspath, de la leucite; la plus grande partie de la leucite a cristallisé ensuite et, quand il existe de l'orthose, ce minéral est le dernier formé. Cet ordre de cristallisation n'est pas absolument rigoureux et il est probable que, comme dans les dolérites basaltiques, la cristallisation de tous les minéraux a été presque simultanée. Le grain est généralement assez gros : il existe des passages insensibles à la sommaïte par exagération des proportions de l'orthose aux détriments de la leucite; dans ces variétés de transition, la leucite simule fréquemment des phénocristaux.

Analyses des laves de la Somma (¹) (*ottajanites*). — A cristaux porphyriques de leucite. **1.** P^{ta} di Nasone (dyke), II.5(6).3.2′; **2.** Ottajano (bloc), II(III).5′.3.2(3); **3.** doléritique (passage à sommaïte), ravin de Pollena, II(III).5′.3.2; **4.** compacte à faciès basaltique (à biotite et sans olivine) sous le canal della Menata (coulée), II(III).′6.3.2; **5.** lapilli scoriacé, projection de 1906, Ottajano, III.′6.3.′3; **6.** doléritique, III,6′.3.2′; **7.** doléritique, riche en augite (sans olivine), III.6.3′.(2)3; Ottajanites doléritiques passant à vésuvites; **8.** avec taches de verre résiduel, III.7.′3.2(3); **9.** III.7(8).2(3).2′.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
SiO^2	50,10	48,46	50,06	47,70	48,10	47,61	45,60	46,74	46,30
Al^2O^3	17,46	16,59	16,32	17,49	15,31	16,12	16,38	17,03	15,53
Fe^2O^3	3,20	3,83	1,94	5,43	3,20	0,91	4,75	2,66	3,28
FeO	4,70	4,95	5,14	3,94	5,45	6,22	4,78	6,43	5,87
MgO	4,35	5,41	5,70	4,99	7,55	7,27	3,27	5,40	5,14
CaO	10,34	10,74	10,30	10,90	12,45	12,45	17,40	11,80	13,30
Na^2O	2,04	1,80	1,73	1,52	1,98	1,76	1,69	2,16	1,98
K^2O	5,66	4,85	5,55	5,82	4,22	4,75	3,93	5,71	6,20
TiO^2	1,60	1,40	1,60	1,30	1,15	1,26	1,80	1,30	1,20
P^2O^5	0,32	0,68	0,43	0,71	0,12	0,38	0,41	0,57	0,67
BaO	0,06	tr.	0,07	0,00	n. d.	n. d.	0,09	tr.	0,07
H^2O à 105°	0,08	0,81	0,16	0,24	0,87	1,50	0,04	0,05	»
» rouge	0,32	0,58	1,16	0,91			0,12	0,35	»
	100,23	100,20(²)	100,16	100,95	100,40	100,23	100,26	100,20	100,37(³)

Ces analyses montrent que les leucittéphrites de la Somma sont très analogues entre elles au point de vue chimique, à l'exception du nº 7 exceptionnellement riche en chaux et pauvre en magnésie, et qu'elles diffèrent des vésuvites en ce qu'elles renferment moins de potasse et plus de chaux; la chaux feldspathisable notamment y est plus abondante, il en résulte que le rapport des alcalis à cette chaux feldspathisable est plus petit que dans les vésuvites et classe uniformément ces roches dans le troisième rang; c'est là la caractéristique de ce que j'appelle les *ottajanites*, formes d'épauchement des sommaïtes, plus plagioclasiques et moins leucitiques que les vésuvites. Il existe d'ailleurs des passages entre ces deux types; ils sont réalisés par les roches analysées en 8 et en 9.

Je ne connais en place que le type I, qui constitue de nombreux dykes, et le type II, qui forme surtout des coulées; les ottajanites doléritiques n'ont été recueillies qu'à l'état de blocs; elles me semblent devoir provenir de dykes profonds ou de sills.

En résumé, au point de vue pétrographique, le Vésuve et la Somma sont

(¹) Analyses faites par M. Raoult à l'exception de 5 et 6 dues à M. Pisani.

(²) Y compris CO^2, 0,10.

(³) Y compris Cl, 0,21; SO^3, 0,12.

caractérisés par des types différents de leucittéphrites. L'existence des roches 8 et 9 fait penser qu'il existe probablement de véritables vésuvites à la Somma; mais je ne pense pas que le Vésuve actuel ait émis d'*ottajanites* [1].

J'ai résumé dans le Tableau suivant toutes mes observations [2] sur les roches de ce centre volcanique en y faisant figurer sur une même ligne horizontale les roches de même composition chimique; elles constituent soit des termes de structure différente, soit des types hétéromorphes, tels que la campanite, riche en leucite et la pollénite, dépourvue de ce minéral. On voit combien est compliquée la constitution pétrographique de ce grand volcan et combien elle s'éloigne de l'unité dont il a été question au début de cette Note.

Phase grenue (ou microgrenue). — Intrusions non décapées. (blocs projetés)		Phase microlitique. — Épanchements (dykes superficiels, coulées, projections).			
Peu ou pas de leucite.	Leucite.	Peu ou pas de leucite.	Leucite.		Types riches en anorthite virtuelle.
Sanidinite sodalit.		*Phonolite		I.6.1.4	
			*Leucitphonolite (ponces de Pompéi)	I.6.1.3	
		*Trachyte phon.		I.6.2.3	
Monzonite				II.5.2.3	
	Syénite leucitique		(3)	II-I.7-8.1-2.2-3	
Microsyénite à idocrase	Microsyén. néphél. à pseudo-leucite	*Pollénite	*Campanite	II.6-7.1-2.3	
Kentallénite leucitique					II.5-6.3.3
Sommaïtes			Ottajanites		III.5-6.3.2 (3)
			Vésuvites	II-III.7-8.2.2-3	
	Missourite		(4)	III.8-9.2.2	
	Shonkinite leucit.				IV.7-8.3.3
Sébastianite	Puglianite				III.6-7.4.2-3
Pyroxénite à biotite	Pyroxén. leucit. à biotite				
Pyroxénite					

* Roches volcaniques n'existant que sous forme de matériaux de projection.

---

(1) Si l'on en juge par son analyse de la lave de 1631, il est vraisemblable que la plupart des analyses des laves du Vésuve publiées par C.-W. Fuchs (*Zeitsch. d. d. geol. Gesellsch.*, t. 34, 35 et 37, 1866, 1867, 1869) sont fautives.

(2) Pour la description des roches volcaniques non étudiées dans cette Note, voir mon Mémoire de 1906, cité plus haut, et, pour les roches grenues, la Note précédente des *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 205. Je ne considère ici que les roches normales, à l'exclusion des types métamorphiques ou pneumatolytiques.

(3) La *tavolatite* du Latium est la forme d'épanchement de cette syénite leucitique.

(4) Les leucitites du Latium constituent la forme d'épanchement de la missourite.

Ces conclusions minéralogiques démontrent la nécessité de reprendre l'étude géologique de la Somma afin d'établir, en particulier, l'importance relative de ces divers types pétrographiques, de déterminer leur ordre de mise en place, de rechercher dans les ravins profonds de la montagne des affleurements possibles des types grenus, de voir enfin si, parmi les laves noires, on ne trouverait pas l'équivalent microlitique (épanché) des termes les plus basiques de la série pétrographique, termes que je n'ai rencontrés jusqu'ici que sous une forme grenue (intrusive).

ASTRONOMIE. — *Observations de nébuleuses faites à l'Observatoire de Paris.* Note de M. G. Bigourdan.

Les mesures micrométriques de nébuleuses que j'ai faites à l'Observatoire de Paris, de 1884 à 1911, ont été publiées successivement, heure par heure d'ascension droite, à mesure de leur achèvement; et le dernier Volume du tirage à part (Tome III, 2e Partie, XII^h0^m à XIV^h0^m) a paru en 1913 (1).

Il restait à donner l'ensemble des éléments de réduction, permettant de vérifier les calculs : c'est ce que contient principalement le Volume que je présente aujourd'hui et qui forme la première Partie du Tome I.

Ces éléments de réduction y sont précédés de remarques générales sur la constitution des nébuleuses et sur le but des mesures précises de ces astres (Chap. I).

Un second Chapitre indique l'accroissement graduel du nombre des nébuleuses connues : si l'on exclut les amas, la première nébuleuse découverte est celle d'Orion, trouvée au moyen de la lunette. Lacaille et Messier en découvrirent les plus brillantes, mais c'est surtout avec W. Herschel que cette branche de l'Astronomie prit un grand développement. Aujourd'hui on peut évaluer à 15000 environ le nombre de ces astres qui ont été catalogués.

Le Chapitre III indique les observations précises de nébuleuses faites jusqu'à 1913, époque où fut commencée l'impression du Volume, et termine ainsi les généralités.

Voici le sommaire des Chapitres suivants :

IV. Description de l'instrument employé.

V. Préparation du travail. Méthode d'observation, etc.

VI. Réduction des observations. Étoiles de comparaison.

(1) *Comptes rendus*, t. 156, 1913, p. 499-500.

Enfin 10 *appendices* donnent les lectures du mouvement diurne, les coïncidences, etc. Le 7e donne les positions des nébuleuses nouvelles découvertes dans le cours du travail, au nombre de 559, et le 8e donne des mesures complémentaires de tout l'ensemble. Il est suivi d'un *errata* général que les délais d'impression ont permis de dresser, et auquel sont priés de se reporter ceux qui auront à employer nos mesures.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés réfractaires de la magnésie.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **B. Bogitch.**

La magnésie, dont les propriétés réfractaires ont depuis longtemps été signalées par M. Schlœsing, est aujourd'hui couramment employée à la fabrication des matériaux réfractaires très réputés. Leur emploi dans les fours d'aciérie s'est rapidement généralisé parallèlement au développement des procédés basiques. Dans ce mode de traitement, l'affinage du métal est obtenu en présence d'un laitier riche en chaux, c'est-à-dire très basique, d'où le nom du procédé. Grâce à cette teneur élevée en chaux, on peut éliminer de la fonte, non seulement le carbone, le silicium et le manganèse, mais encore le phosphore qu'il serait impossible de faire disparaître en présence d'une scorie riche en silice.

L'emploi des laitiers basiques serait impossible dans un four dont les parois seraient entièrement construites en briques siliceuses ou argileuses; ces matériaux se dissoudraient trop rapidement dans le bain calcaire. Les briques de magnésie, au contraire, constituées elles-mêmes par un oxyde basique, résistent parfaitement. Dans tous les fours basiques, la partie inférieure des parois verticales et souvent la sole elle-même sont construites en magnésie. La voûte, par contre, est toujours faite avec des briques de silice.

Les briques de magnésie passent pour être très réfractaires; la magnésie pure fond seulement vers 2400°, c'est-à-dire à une température supérieure de 700° à celle des fours d'aciérie; mais la magnésie employée pour la fabrication des briques n'est jamais pure. Elle renferme des proportions variables d'oxyde de fer qui colorent plus ou moins fortement les briques en brun. Ce fer se trouve dans le minerai à l'état de carbonate de fer isomorphiquement mêlé au carbonate de magnésie naturel. Elle contient encore de la silice et un peu d'alumine provenant soit de silicates magnésiens associés au carbonate, soit des cendres du combustible employé dans la

première cuisson. Toutes ces impuretés augmentent nécessairement la fusibilité de la masse.

Il nous a paru intéressant d'étudier les propriétés réfrataires des briques de magnésie, comme nous l'avions fait précédemment pour celles d'argile et de silice. La méthode expérimentale employée a été la même que celle de nos premières recherches.

Nous donnerons par la même occasion des résultats relatifs à une brique de fer chromé. On emploie ces briques dans la construction des fours pour séparer les briques de magnésie de celles de silice. Le contact direct de matériaux basiques et acides provoquerait leur fusion mutuelle. Le fer chromé au contraire ne réagit ni sur la silice, ni sur la magnésie.

Les matières essayées ont été soit les briques industrielles, soit des échantillons préparés au laboratoire. Pour obtenir un terme de comparaison, on avait essayé de préparer un bloc de magnésie très pure en fondant au four électrique de la magnésie précipitée; mais à la haute température nécessaire pour cette fusion, la chaux des parois du four et les impuretés qu'elle renferme se volatilisent et vont souiller le produit fondu. On a obtenu ainsi une matière renfermant seulement 94 pour 100 de magnésie et tout juste comparable aux bonnes briques de fabrication industrielle.

Nous donnerons dans un premier Tableau la liste des produits essayés, dans un second, leur analyse chimique et dans un troisième, leur résistance à l'écrasement mesuré à différentes températures.

Liste des produits essayés.

I. Brique de Styrie, cuite à 1450°, fabriquée en 1890, qualité normale.
II. Bonne brique d'Eubée, fabriquée en 1910.
III. Brique G, bonne fabrication actuelle.
IV. Brique B, médiocre, addition dans la pâte de 3 pour 100 de pyrite grillée.
V. Magnésie pure, fondue au four électrique et souillée par cette opération.
VI. Matière première des briques B, agglomérée au four électrique.
VII. Brique de fer chromé.

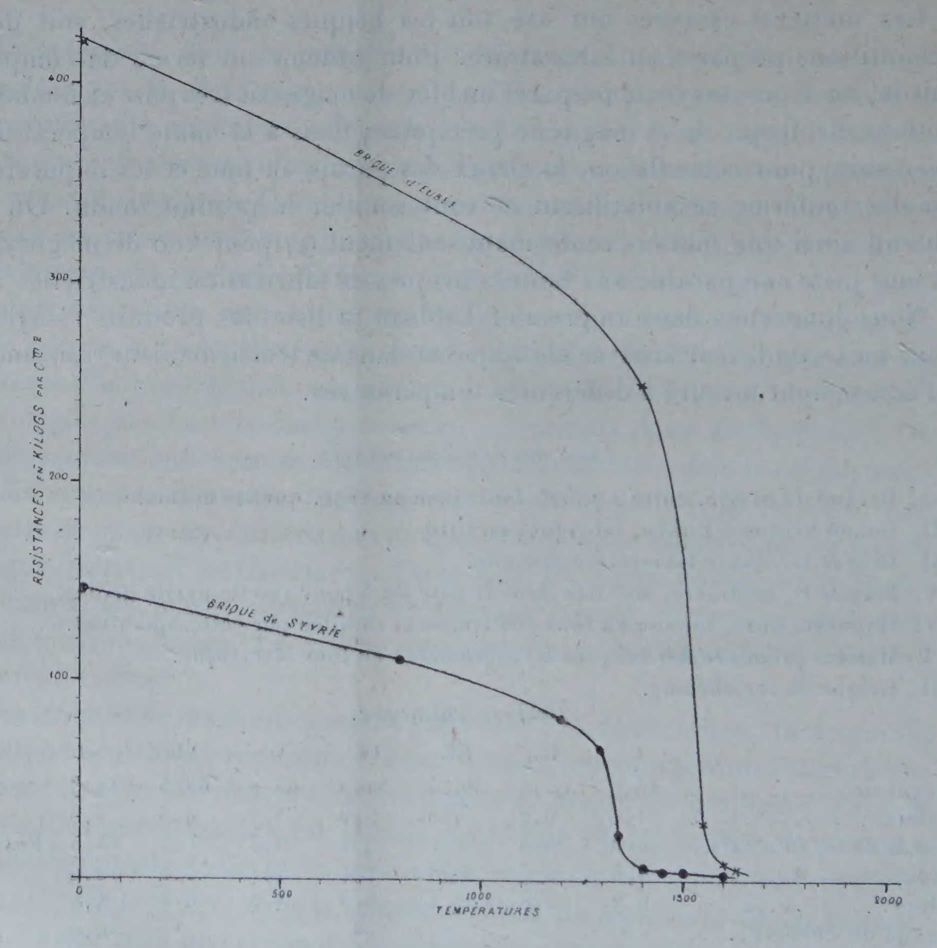
Analyse chimique.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	
Magnésie	86,7	93,4	89,4	81,2	93,7	88,5	12,3	
Chaux	1,0	3,7	4,5	4,8	2,7	4,5	5,8	
Oxyde de fer (Fe^2O^3)	6,0	0,5	1,1	4,2	0,3	1,4	15,5	(FeO)
Alumine	0,6	0,2	0,8	1,0	1,1	0,0	10,9	
Silice	6,7	2,8	4,2	8,8	3,2	6,5	4,7	
Oxyde de chrome	»	»	»	»	»	»	50,0	
Oxyde de manganèse	»	»	»	»	»	»	1,5	
Total	101,0	100,6	100,0	100,0	101,0	100,9	100,7	

Résistance à l'écrasement en kilogrammes par centimètre carré.

Température.......	15°.	1000°.	1300°.	1500°.	1600°.
I..........	145	85	66	3,6	1,8
II	420	»	»	185	8
III........	390	»	»	>90	4,8
IV.........	230	»	»	16	3,5
V..........	»	»	»	>90	6,6
VI.........	530	»	»	»	3,5
VII........	260	120	6	2	1

Pour les deux premières briques, celles de Styrie et d'Eubée, les expériences ont été en réalité plus nombreuses que celles portées au Tableau ci-



dessus. Elles ont permis de tracer la courbe complète des résistances mécaniques (voir la figure). Ces deux courbes sont caractérisées par une chute

brusque de résistance à l'écrasement qui se produit entre 1300° et 1400° pour la brique de Styrie, la moins pure des deux, entre 1500° et 1600° pour celle d'Eubée. Toutes les briques de magnésie présentent cette chute brusque de résistance à une température plus ou moins élevée suivant leur degré de pureté. Tout se passe comme si, à une certaine température, les matières étrangères fondaient brusquement de façon à laisser les grains de magnésie isolés dans un magma fondu. Elles sont alors dans le même état que du sable humide et ne possèdent plus qu'une résistance mécanique très faible. Les meilleures briques de magnésie présentent à 1600° une résistance à l'écrasement bien inférieure à celle des bonnes briques de silice. De plus, à ces températures élevées, la déformation des briques de magnésie se fait comme pour celles d'argile, elles cèdent progressivement au lieu de se rompre brusquement comme les briques de silice. Pendant le refroidissement la matière écrasée se ressoude et reprend sa dureté après la solidification du magma fondu.

Ces résultats expliquent comment les briques de magnésie résistent moins bien dans les parois des fours que celles de silice, bien que leur température de fusion, lorsqu'on l'observe en dehors de tout effort mécanique, soit très notablement supérieur, 2050° au lieu de 1750°.

L'allure de la chute de résistance dans la brique de fer chromé est analogue à celle des briques de magnésie, mais avec une température beaucoup plus basse pour la perte rapide de solidité, 1100° au lieu de 1350° à 1550° suivant la pureté de la magnésie.

THÉRAPEUTIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Des antiseptiques réguliers et irréguliers.* Note de MM. **Charles Richet** et **Henry Cardot**.

I. Dans une Note antérieure [1], nous avons montré qu'il y a des antiseptiques à action *régulière* et d'autres à action *irrégulière*.

Il est inutile d'insister pour montrer à quel point est essentielle pour le chirurgien cette notion de la régularité ou de l'irrégularité d'un antiseptique. Quand un antiseptique est irrégulier, on n'est jamais sûr du résultat qu'on va obtenir, tandis que, quand l'antiseptique est régulier, on en peut connaître à l'avance la dose convenable. Il est évident que le chirurgien ne peut prévoir l'action d'un antiseptique déposé sur une plaie que si les effets en sont constants, exactement liés à la dose.

---

[1] *Comptes rendus*, t. **164**, 1917, p. 669.

II. Mais il faut s'entendre sur le mot d'antiseptique *régulier*. Car jusqu'à présent cette notion de la régularité ou de l'irrégularité d'une action toxique n'a pas été introduite dans la Science ([1]).

Le degré de régularité peut être défini par la grandeur de l'écart relatif moyen.

Soit une série de tubes identiques, ensemencés de la même manière, contenant la même quantité du même liquide nutritif, et fermentant, pendant le même temps, à une température rigoureusement égale. On devrait au dosage trouver dans chaque tube une même quantité d'acide formé ([2]).

De fait cette quantité n'est jamais la même dans les divers tubes. Toujours le croît a été différent, très peu différent, mais différent, dans chacun des tubes. Chaque tube en effet présente une acidité spéciale, laquelle plus ou moins s'écarte de la moyenne; la moyenne de ces écarts est *l'écart moyen*.

Il faut aller plus loin. Et en réalité, plus le chiffre absolu de l'acidité est considérable, plus l'écart absolu est grand entre les divers tubes; plus aura crû la différence entre les tubes qui poussent vite et ceux qui poussent lentement (au moins dans certaines limites). Par conséquent il faut rapporter à l'unité d'acidité cet écart absolu; ce qui nous donnera *l'écart moyen relatif*.

Soient A l'acidité et ε l'écart moyen, l'écart relatif sera $\frac{\varepsilon}{A}$. Ce sera, si l'on veut, l'écart absolu moyen, mais rapporté à l'unité d'acide formé.

Les chiffres sont d'autant plus significatifs qu'ils portent sur un plus grand nombre de dosages. Cependant déjà il suffit de 6 à 7 dosages pour avoir une première approximation, que ne changeront pas essentiellement les dosages ultérieurs. (On verra que nous ne sommes pas satisfaits d'un si petit nombre de dosages, et que dans certains cas nous avons réuni plus de 1300 dosages pour obtenir un chiffre moyen.)

Bien des conditions influent sur cet écart; la quantité et la qualité de semence introduite, la rapidité du croît, la température, le volume du liquide fermentescible, le nombre d'heures pendant lesquelles le liquide a fermenté.

Nous n'entrerons pas dans ces détails minutieux (que nous avons cepen-

---

([1]) On pourra sans doute l'appliquer à la toxicologie. L'étude de la variabilité de la dose toxique mortelle est à peine ébauchée. Or la variabilité, c'est l'écart moyen.

([2]) Nous mesurons le degré d'activité d'un antiseptique par l'influence, inhibante ou ralentissante, qu'il exerce sur la fermentation du petit lait (transformation de lactose en acide lactique), mesurée par la quantité de potasse nécessaire pour la neutralisation du liquide.

dant étudiés), car, quoique très importants au point de vue de la théorie, ils n'ont pas à l'heure actuelle d'intérêt pratique immédiat. Nous nous proposons ici uniquement d'étudier les variations de l'écart moyen (relatif) selon les diverses substances antiseptiques introduites dans la liqueur fermentescible.

Si l'écart moyen a été très petit, c'est que le croît d'acidité dans les divers tubes est demeuré à peu près le même. Si l'écart moyen a été très grand, c'est au contraire que le croît dans la fermentation des divers tubes a été très différent. Fermentation régulière pour un croît égal ou presque égal dans tous les tubes. Pour un croît très variable, fermentation irrégulière.

Par conséquent on pourra mesurer la régularité d'un antiseptique d'après l'écart moyen. Les écarts faibles indiqueront les antiseptiques réguliers; aux écarts forts répondront les antiseptiques irréguliers.

Voici un Tableau qui représente l'écart moyen trouvé dans les fermentations lactiques avec divers antiseptiques.

On verra qu'il s'agit d'un très grand nombre d'expériences. Nous avons utilisé les dosages faits il y a quelques années par l'un de nous, pour d'autres recherches. La quantité de liquide fermentescible était alors de 25^{cm^3}, au lieu de 10^{cm^3}, et le liquide à fermenter était du lait intégral dilué dans son volume d'eau, au lieu d'être du petit-lait (¹).

Nous supposerons l'écart moyen des témoins égal à 100. Dans ce cas, voici l'écart moyen dans la fermentation des liquides additionnés d'une substance étrangère (²).

Nous n'avons pas introduit dans nos moyennes tous les dosages effectués; car il ne faut pas tenir compte des expériences où la fermentation avec antiseptique est aussi active que la fermentation normale. De même quand, par suite d'une très forte dose, la fermentation est à peu près nulle, les variations d'acidité sont trop petites pour être correctement appréciées.

(¹) Ch. Richet, *Fermentation lactique et doses minuscules* (*Travaux du Laboratoire de Physiologie*, t. VI, 1909, p. 295-372).

(²) On remarquera qu'il ne s'agit pas seulement de substances antiseptiques, car les recherches antérieures n'avaient pas été faites au point de vue de l'antisepsie. Ni l'arséniate de potasse ni le chlorure de potassium ne peuvent être regardés comme antiseptiques, mais leur action sur la fermentation n'en est pas moins digne d'être notée, au moins pour ce qui concerne l'écart moyen.

En outre, nous n'avons pas encore pu introduire dans notre recherche certains antiseptiques, soit parce qu'ils sont volatils, comme la térébenthine, l'iode, l'eau oxygénée; soit parce qu'ils sont rapidement décomposables, comme l'ozone, les hypochlorites, les permanganates. D'autres méthodes seront nécessaires pour mesurer leur écart moyen.

Substances introduites dans le liquide fermentescible.	Nombre de dosages.	Écart moyen relatif si l'écart moyen relatif des témoins est égal à 100.
Azotate d'argent	246	870
Arséniate de potasse	348	480
Bichlorure de mercure	346	436
Sulfate de zinc	506	429
Bromhydrate et chlorhydrate de quinine	69	425
Sulfate de cadmium	478	389
Sulfate de cuivre	1338	323
Phénol	161	317
Chlorure de baryum	157	312
Chlorure de magnésium	92	215
Créosote	164	210
Nitrate de thallium	414	200
Nitrate de plomb	660	170
Oxychlorure de vanadium [1]	132	150
Chlorure de potassium	1362	110
Fluorure de sodium	214	83

De ces chiffres tout d'abord un grand fait, très important au point de vue de la physiologie générale, se dégage : c'est que *toute substance anormale ajoutée au liquide nutritif normal tend à rendre la fermentation moins régulière que dans le liquide nutritif normal.* Cette loi, sur laquelle nous reviendrons, dépend probablement d'une variable accoutumance des individus microbiens.

En ne tenant pas compte des substances qui ne peuvent pas, pour des raisons multiples, être considérées comme des antiseptiques, nous pouvons classer les antiseptiques proprement dits, d'après ce Tableau, de la manière suivante :

Antiseptiques extrêmement réguliers	Fluorure de sodium.
Antiseptiques assez réguliers	Nitrate de plomb. Créosote. Chlorure de magnésium.
Antiseptiques irréguliers	Phénol. Sulfate de cuivre.
Antiseptiques très irréguliers	Sels de zinc. » d'argent. » de mercure. » de cadmium.

(1) Expériences peu comparables aux autres, car la fermentation a porté sur 500^{cm^3} de liquide dans chaque flacon.

La régularité de la fermentation avec le fluorure de sodium est tout à fait remarquable. Ce sel est même la seule substance qui, ajoutée au petit lait, liquide nutritif normal, augmente la régularité de la fermentation. Alors que, pour les témoins, l'écart moyen est 100, il n'est que 83 pour les liqueurs contenant du fluorure de sodium. Avec cet antiseptique, la dose efficace (pour le ferment lactique) est faible, voisine de 3^g par litre; et le prix de revient est insignifiant. Il semble donc, en se plaçant au point de vue de la thérapeutique expérimentale (que la clinique chirurgicale devra confirmer), que le fluorure de sodium, qui respecte les zymases, sera un antiseptique de choix.

La créosote a montré un écart moyen assez faible. Si, dans le Tableau donné plus haut, elle a un écart moyen de 210, c'est que, par exception, les témoins pris comme terme de comparaison avec la créosote avaient alors un écart extrêmement faible, bien inférieur à la moyenne normale des témoins.

Quant aux sels de mercure, d'argent et de zinc, ils témoignent d'une irrégularité énorme, qui devrait, semble-t-il, les faire bannir de la pratique; car, avec ces sels métalliques (quand on est à la limite de la dose antiseptique), on ne sait jamais si la liqueur fermentera intensivement ou ne fermentera pas du tout.

III. Si, au lieu de prendre l'écart moyen des tubes qui nous ont servi de témoins pour tel ou tel antiseptique, on prend pour terme de comparaison l'écart global de tous les témoins réunis, lequel est voisin de 0,06 (pour 1^{cm^3} de potasse neutralisant l'acide formé), on a des chiffres un peu différents de ceux qui sont dans le Tableau précédent. C'est encore l'écart moyen relatif, mais apprécié par une autre méthode de calcul. Nous n'en donnerons pas ici le détail pour ne pas multiplier les chiffres.

En prenant la moyenne des nombres obtenus par ces deux méthodes, on arrive aux conclusions numériques suivantes, qui indiquent, avec une approximation suffisante, la régularité ou l'irrégularité d'un *antiseptique*.

Soit 100 l'écart moyen, c'est-à-dire le degré de *régularité d'action*, dans les liqueurs normales, non additionnées d'antiseptiques.

Avec tels ou tels antiseptiques cet *écart moyen* a été (en chiffres ronds) :

Azotate d'argent	630
Bichlorure de mercure	570
Sulfate de cadmium	500
Sulfate de zinc	415
Phénol	370
Sels de quinine	340
Sulfate de cuivre	280
Azotate de plomb	170
Créosote	140
Fluorure de sodium	90

Tels sont les chiffres (qui résument nos 10000 dosages) qu'il importe de retenir. Ils mettent en pleine lumière, d'une part, l'admirable régularité du fluorure de sodium; d'autre part, les aberrations singulières qu'on observe avec les sels d'argent et de mercure.

Il nous paraît peu vraisemblable que ces données sur la régularité ou l'irrégularité de tels ou tels antiseptiques ne comporteront pas quelque application à la pratique chirurgicale de l'antisepsie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce le décès de M. Charles-Eugène Bertrand, Correspondant pour la Section de Botanique, survenu le 10 août 1917, à Lille.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° *Le labourage en Égypte*, par Charles Audebeau Bey et Victor Mosséri; *Le réservoir souterrain de l'Égypte*, par Charles Audebeau Bey; *Utilisation du réservoir souterrain de l'Égypte,* par Victor Mosséri. (Présentés par M. H. Lecomte.)

2° Une collection d'ouvrages et fascicules imprimés contenant les travaux de botanique de M. Henri Jumelle. (Présenté par M. le prince Bonaparte.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les fonctions abéliennes non singulières à multiplication complexe.* Note de M. G. SCORZA, présentée par M. G. Humbert.

On sait, d'après un théorème classique de M. Humbert, que si une fonction abélienne à deux variables indépendantes est à multiplication complexe, il y a entre ses périodes une relation singulière (au moins); tandis qu'une fonction elliptique, qui est toujours non singulière, peut bien être à multiplication complexe.

Il y a lieu alors à poser cette intéressante question :

Une fonction abélienne non singulière à p variables indépendantes ($p > 2$) *peut-elle être à multiplication complexe?*

La réponse, affirmative, est donnée par les propositions suivantes, auxquelles je suis arrivé par les études ultérieures accomplies sur la théorie générale des *matrices de Riemann*.

Soit $f(u_1, u_2, \ldots, u_p)$, $(p > 2)$, une fonction abélienne non singulière et à multiplication complexe. Alors :

I. *L'équation caractéristique de toute substitution linéaire homogène* S *sur les variables* u_j, *qui répond à une multiplication complexe de* f, *est à diviseurs élémentaires linéaires et ses racines distinctes sont deux et deux seuls nombres quadratiques imaginaires conjugués.*

Si les ordres de multiplicité de ces racines sont t *et* $p - t$, *l'entier* t *dépend de* f *et non pas de la substitution* S.

II. *Les tableaux de toutes les substitutions linéaires, qui répondent aux multiplications complexes de* f, *sont des combinaisons linéaires homogènes à coefficients entiers* : (α) *de deux, ou* (β) *de quatre tableaux linéairement indépendants.*

III. *Le cas* II (α) *peut se présenter quelle que soit la valeur de* p (> 2), *e alors* $(t, p - t)$ *peut être une partition quelconque de l'entier* p *en deux entiers positifs ; le cas* II (β) *peut se présenter seulement si* p *est pair* (> 2), *et alors on a nécessairement* $t = p - t = \frac{1}{2}p$.

Le théorème I est une conséquence des propriétés des systèmes linéaires de substitutions linéaires homogènes qui contiennent la substitution iden-

tique et qui changent en elle-même, à des facteurs près, une forme hermitienne définie.

Le théorème II dérive de I moyennant la proposition classique de Frobenius qui caractérise les systèmes des nombres complexes ordinaires et des quaternions entre les systèmes de nombres complexes à plusieurs unités.

Enfin le théorème III, d'après un examen approfondi de celles que j'appelle *formes hermitiennes d'une matrice de Riemann*, peut être démontré de façon *à assigner* en même temps *une construction de tous les tableaux de périodes qui répondent à des fonctions abéliennes non singulières à multiplication complexe.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété du continu.* Note de MM. N. **Lusin** et **W. Sierpiński**, présentée par M. Hadamard.

1. Théorème. — *Si le continu est décomposé en une somme de deux ensembles, un au moins de ces ensembles a la puissance du continu.*

Démonstration. — Soient M_1 et M_2 deux ensembles dont la somme M est un ensemble ayant la puissance du continu. L'ensemble M peut être, comme l'on sait, mis en correspondance biunivoque avec l'ensemble P de tous les points d'un carré K : soient P_1 et P_2 les sous-ensembles de P qui correspondront respectivement à M_1 et M_2. Décomposons le carré K en continu de segments parallèles. Si, entre ces segments, il en est un dont tous les points appartiennent à l'ensemble P_1, ce dernier contiendra évidemment un sous-ensemble de puissance du continu. Si un tel segment n'existe pas, cela signifie que chacun de nos segments (dont l'ensemble a la puissance du continu) contient au moins un point de l'ensemble P_2 : en choisissant sur chacun de nos segments un point de l'ensemble P_2, nous aurons un ensemble de puissance du continu qui sera sous-ensemble de l'ensemble P_2. Donc un au moins des ensembles P_1 et P_2 contient un sous-ensemble de puissance du continu, d'où résulte sans peine notre théorème [1].

2. En modifiant légèrement le raisonnement précédent, on obtient une démonstration du théorème très remarquable de König :

La puissance du continu n'est pas $\aleph_\omega$,

aussi claire que l'est la démonstration du théorème classique de Cantor :

La puissance du continu n'est pas $\aleph_0$.

---

[1] Cf. la Note de W. Sierpiński dans les *Comptes rendus de la Société des Sciences de Varsovie*, t. 4, 1911, p. 55.

Il suffira évidemment de démontrer que le segment (o, 1) n'est pas une somme $E_1 + E_2 + \ldots + E_n + \ldots$ d'une infinité dénombrable d'ensembles, dont les puissances sont inférieures à celle du continu.

Faisons une décomposition du segment (o, 1) en une famille F ayant la puissance du continu d'ensembles parfaits, sans point commun deux à deux [1]. La puissance de E_1 étant inférieure à celle du continu, *il existe dans la famille* F *un ensemble parfait* P_1 *qui ne contient aucun point de* E_1. De même, une décomposition de l'ensemble parfait P_1 en une famille F_1 ayant la puissance du continu d'ensembles parfaits, sans point commun deux à deux, conduit à un ensemble parfait P_2 contenu dans P_1 et qui ne contient aucun point de E_2. En continuant, on obtient successivement

$$(o, 1) > P_1 > P_2 > P_3 > \ldots > P_n > \ldots.$$

Les P sont des ensembles parfaits; l'ensemble P_n ne contient aucun point de $E_1, E_2, E_3, \ldots, E_n$.

Nous en conclurons qu'il existe des points qui font partie de P_n, quel que soit n; ce sont les points du segment (o, 1) qui ne font partie d'aucun des ensembles E_n, quel que soit n, ce qui est contradictoire avec le fait que le segment (o, 1) est la somme $E_1 + E_2 + E_3 + \ldots$.

Ainsi l'hypothèse $c = \aleph_\omega$ conduit à une contradiction.

Observons que le théorème de König peut être démontré sans l'axiome du choix, puisque la supposition qu'il est faux (c'est-à-dire la supposition que $c = \aleph_\omega$) justifie tous les choix qui interviennent dans notre démonstration (comme choix dans des ensembles bien ordonnés).

3. Nous donnerons encore une autre démonstration des théorèmes des n°s 1 et 2.

Soient M_1 et M_2 deux ensembles dont la somme M est un ensemble de puissance du continu. D'après le théorème connu de Cantor (qui se démontre sans l'axiome du choix), on peut mettre l'ensemble M en une correspondance biunivoque avec l'ensemble P de tous les points d'un carré K : soient P_1 et P_2 les sous-ensembles de P qui correspondront respectivement aux sous-ensembles M_1 et M_2 de M. Admettons que les puissances des ensembles M_1 et M_2 sont toutes deux inférieures à celle du continu : les puissances des ensembles P_1 et P_2 le seront donc aussi.

Désignons par X_1 l'ensemble d'abscisses de tous les points de P_1 (les

---

[1] Il suffit, pour cela, d'employer une courbe de Peano.

axes des coordonnées étant parallèles aux côtés du carré K) et par Y_2 l'ensemble d'ordonnées de tous les points de P_2. Les ensembles X_1 et Y_2, comme projections respectives des ensembles P_1 et P_2, auront des puissances respectives non supérieures à celles de ces ensembles, donc inférieures à celle du continu. Or l'ensemble X d'abscisses de tous les points de l'ensemble P (comme l'ensemble d'abscisses de tous les points d'un carré) a évidemment la puissance du continu : donc, l'ensemble X_1 ayant une puissance inférieure à celle du continu, nous en concluons qu'il existe une abscisse x_0 appartenant à l'ensemble X, mais pas à X_1. De même nous concluons qu'il existe dans l'ensemble Y d'ordonnées de tous les points de P une y_0 qui n'appartient pas à Y_2. Le point (x_0, y_0) appartiendra évidemment à l'ensemble P, mais il ne peut pas appartenir ni à P_1 ni à P_2, puisqu'il diffère de tout point de P_1 par son abscisse et de tout point de P_2 par son ordonnée. Donc nous avons une contradiction, puisque $P = P_1 + P_2$. Donc les ensembles M_1 et M_2 ne peuvent pas avoir tous les deux des puissances inférieures à celle du continu. Or, les ensembles M_1 et M_2, comme sous-ensembles de M, ont des puissances non supérieures à celle du continu. Il s'ensuit, d'après le théorème de Cantor-Bernstein (Aequivalenzsatz) (qui se démontre sans l'axiome du choix), qu'un au moins des ensembles M_1 et M_2 a la puissance du continu, ce qui démontre le théorème du n° 1.

Remarquons que cette démonstration s'applique aussi pour la décomposition du continu en une infinité dénombrable d'ensembles, car on peut aussi mettre l'espace à une infinité dénombrable de dimensions en correspondance biunivoque avec l'espace à une dimension. Il en résulte une nouvelle démonstration du théorème de König.

Remarquons que notre démonstration s'appuie sur l'axiome du choix. En effet, nous avons utilisé dans notre démonstration la proposition qu'une projection d'un ensemble de points a toujours la puissance non supérieure à celle de l'ensemble qu'on projette, proposition qu'on ne sait pas démontrer autrement qu'en choisissant pour tout point de la projection un point de l'ensemble projeté.

Observons que le théorème du n° 1 est équivalent au suivant : « Si un ensemble M de puissance du continu est situé dans un intervalle d et si d est divisé en deux intervalles d_1 et d_2, un au moins d'entre eux contient un sous-ensemble de M de puissance du continu. »

ASTRONOMIE. — *L'échange de matière solide entre les systèmes stellaires par les météorites à trajectoire hyperbolique.* Note de M. **Emile Belot**, présentée par M. Bigourdan.

Dans une Note précédente [1] j'ai montré que les volcans de satellites et notamment de la Lune pouvaient avoir émis des projections dont les masses ont échappé à leur attraction et même à celle des planètes pour circuler sur des orbites elliptiques autour du Soleil : ces masses seraient celles des météorites tombant sur la Terre.

En général elles doivent être beaucoup plus volumineuses que les masses projetées par un volcan terrestre : en effet, une pression P de vapeurs volcaniques capable de projeter 1^{m^3} de matière hors d'un volcan terrestre suffira pour expulser d'un volcan lunaire plus de 6^{m^3} de la même matière, parce que la pesanteur est six fois plus faible sur la Lune que sur la Terre et que l'absence d'atmosphère permet à une pression $(P - 1)$ (en atmosphères) sur la Lune de produire les mêmes effets que la pression P sur la Terre. Dans les mêmes conditions un satellite ayant la même densité que la Lune et un rayon deux fois moindre pourrait par ses volcans envoyer dans l'espace de volumineux échantillons de son écorce (d'environ 12^{m^3}) et même des enclaves de roches profondes amenées à sa surface par les laves.

Ainsi s'expliquent le volume et la nature de beaucoup de météorites ressemblant à des roches ignées : par là on comprend aussi combien a pu être rapide l'édification des cratères lunaires selon le processus volcanique exposé dans une Note antérieure [2].

Mais si la théorie précédente rend bien compte de l'origine de la plupart des météores dont la vitesse relative ne dépasse pas 72^{km} par seconde, il reste à expliquer comment on en a observé ayant des vitesses hyperboliques. Cherchons donc comment une masse projetée par un volcan de satellite peut échapper non seulement à son attraction et à celle de la planète, mais encore à celle du Soleil : pour simplifier *considérons seulement les projections dans le plan de l'orbite du satellite et dans le sens de son mouvement.*

Soient V la vitesse moyenne sur son orbite d'un satellite de rayon r et de densité d, V_1 la vitesse d'échappement parabolique pour une masse projetée hors du satellite, a sa distance moyenne à la planète de masse M dont le rayon d'orbite est R. Pre-

---

(1) *Comptes rendus*, t. **164**, 1917, p. 395.
(2) *Comptes rendus*, t. **165**, 1917, p. 177.

nons $V_1 = 2^{km},36$ valeur de V_1 à la surface de la Lune. Cette condition particulière n'exclut pas la considération de satellites ayant plus de masse que la Lune, comme Titan : car V_1 est de la forme $Kr\sqrt{d}$ et, quand V_1 est constant, la masse croît proportionnellement au rayon.

La condition pour que la masse projetée échappe à l'attraction de la planète est

$$V_1 > V(\sqrt{2} - 1).$$

On peut donc poser

$$V_1 = V(\sqrt{2} - 1) + \alpha \qquad (\alpha \text{ positif}). \tag{1}$$

La condition pour que la masse projetée échappe aussi à l'attraction du Soleil est

$$V_1 + V > \frac{30}{\sqrt{R}}(\sqrt{2} - 1) \qquad (V \text{ et } V_1 \text{ en km : sec}).$$

Remplaçant V_1 par sa valeur (1) et V par sa valeur $\sqrt{\frac{Mf}{a}}$, on a

$$R^{\frac{1}{2}}\left(\sqrt{\frac{2Mf}{a}} + \alpha\right) > 30(\sqrt{2} - 1). \tag{2}$$

Cette inégalité sera d'autant plus facilement satisfaite que le satellite sera à plus faible distance a d'une planète de grande masse M située à grande distance du Soleil. La première de ces conditions explique que la densité des météorites soit, en général, assez élevée : car outre que, dans notre théorie, ils proviennent de couches profondes, on sait que, dans un système, les satellites peu éloignés du centre sont plus denses que ceux qui sont à grande distance.

La seconde condition (grande distance du Soleil) explique le fait que, d'après Strutt, le fer météoritique ne contient pas de matière radioactive, ce qui exclut son origine terrestre puisque sur la Terre les roches similaires en contiennent une forte proportion. Il est probable, en effet, que les éléments radioactifs à fort poids atomique doivent être d'autant plus abondants qu'on se rapproche du centre d'un système; dès lors, les satellites éloignés du Soleil doivent en être dépourvus.

En cherchant à vérifier les conditions (1) et (2) pour les satellites principaux Titan, Titania, Triton dans les systèmes de Saturne, Uranus et Neptune, on trouve que, sur un tiers environ de leurs orbites, ils peuvent émettre des projections qui, avec $V_1 = 2^{km},36$, sont lancées sur des orbites hyperboliques autour du Soleil. Si d'ailleurs ces orbites étaient primitivement elliptiques, elles peuvent par les perturbations des grosses planètes devenir hyperboliques, ainsi que Callandreau en a démontré la possibilité pour les comètes.

Dans les deux cas, le système solaire et les systèmes stellaires voisins

échangeront des matériaux solides, en général denses, ayant le caractère de roches de profondeur et provenant des satellites des planètes éloignées. Le nombre des systèmes stellaires voisins du nôtre, celui des satellites dans chaque système stellaire, le nombre des volcans (60000 sur la Lune) et des projections de chaque volcan de satellite expliquent suffisamment la grande fréquence des météores.

Il est très remarquable que, dans un système, les plus petits astres, où les forces physiques n'ont pas de contrepoids dans la pesanteur, soient capables des effets les plus grandioses (cratères volcaniques de 150^{km} de diamètre comme sur la Lune, projection par leurs volcans de masses volumineuses, expulsion de matière solide hors de leur système stellaire) alors que les planètes, en raison même de leur masse limitant le champ des forces physiques, sont incapables de telles actions.

GÉOLOGIE. — *Découverte de débris meuliers lutéciens à l'est de Sens (Yonne).* Note de Mlle **A. Hure** et de M. **G.-F. Dollfus**, présentée par M. H. Douvillé.

En cherchant sur les plateaux des environs de Sens l'emplacement de stations préhistoriques, nous avons rencontré, avec assez d'abondance, des fragments d'un calcaire lacustre meuliérisé, fossilifère, dont la faune est celle du calcaire grossier de Paris, spécialement du Lutécien supérieur.

Ces débris démontrent le prolongement ancien, au Sud, du calcaire de Provins (Seine et Marne) à *Lophiodon*, et celui du calcaire de Saint-Parres près Nogent-sur-Seine (Aube) dont la faune malacologique est bien la même.

Les gisements découverts les plus importants sont ceux du plateau de la Chatière, du Bosquet du Lys au-dessus de Mâlay-le-Petit sur la rive droite de la Vanne, vers 200^{m} d'altitude, puis sur le plateau du Haut de Villiers au-dessus de Villiers-Louis; au bois Mitois au-dessus de Fontaine-la-Gaillarde. Au sud de la Vanne des fragments, peu nombreux, montent à 212^{m} au bois Houssaye, à La Mattre, au Val Péronne au-dessus du bourg de Véron-sur-Yonne.

Évidemment le lac lutécien s'étendait largement au sud des affleurements de la falaise tertiaire qui était jusqu'ici considérée comme leur limite, mais aucune preuve n'en avait été donnée. Les débris découverts varient depuis la grosseur d'une noix jusqu'à celle de la tête et plus, ils sont tabulaires ou

noduleux, très durs, celluleux, d'un jaune ferrugineux; la cassure montre tantôt un silex jaune compacte, tantôt une masse caverneuse dans laquelle il reste parfois des enclaves de calcaire farineux; les fossiles sont à l'état de moules avec empreintes reconnaissables.

Le gisement de Mâlay est à la base de la terre végétale, au-dessus des sables sparnaciens fort étendus sur ces plateaux; parfois les blocs se rencontrent plus bas, sur l'argile à silex, entraînés par la dénudation au-dessous de leur niveau originel, on en trouve des témoins dans les anciennes constructions et murs de clôtures de la région.

La faunule est la suivante :

Planorbispseudo-ammonius, Schloth. type et var.
Planorbis (*Segmentina*) *Chertieri* Deshayes.
Vivipara Orbignyi Desh. sp. (*Paludina*) type et var. *novigentiensis* Desh.
Limnea Bervillei Desh. (incl. *L. Michelini* Desh.).
Bithinella (*Stalioia*) *Deschiensi* Desh. sp. (*Paludina*).
Bithinella (*Polycirsus*) *varicosa* Ch. d'Orb. (*Paludestrina*).
Hydrobia sextomus Lamarck. sp. (*Bulimus*).
Pomatias Sandbergeri Noulet 1867.
Glandina sp. (fragments).
Helix sp. (fragments).

Les dépôts sparnaciens sont variés dans la région; ce sont des argiles rouges, grises ou jaunes, plus ou moins plastiques, mêlées de sables siliceux plus ou moins grossiers, gris, jaunes ou rougeâtres, avec bancs gréseux épars et parfois éléments granitiques, grains de fer pisolithiques ou silex roulés, plus rarement on y rencontre des amas ligniteux comme à Dixmont, Villechétive, etc.

On rencontre encore sur les mêmes plateaux du Sénonais des amas sporadiques importants de sables et grès blancs appartenant à l'horizon des sables de Fontainebleau (Stampien). Un lambeau notable se rencontre au-dessus de Mâlay-le-Petit à la cote 184 où il repose sur les dépôts sparnaciens. Dans la région, les grès de l'Éocène se distinguent de ceux de l'Oligocène comme étant plus grossiers, plus durs, fistuleux, jaunâtres, en blocs médiocres, à cassure lustrée et conchoïde, renfermant des cailloux de silex à patine noire comme ceux exploités en bancs épais à Nemours et à Montereau. Les grès supérieurs sont blanchâtres, moins durs, en blocs de grande dimension, à cassure perpendiculaire, avec galets jaunes ou blanchâtres, fragmentés, altérés, l'aspect est bien différent.

Les poudingues et grès stampiens sont assez nombreux en blocs isolés

ou groupés, alignés en bandes transversales; à part ceux de Mâlay nous en avons reconnu à Saint-Martin-du-Tertre, Villeneuve-sur-Yonne, etc.; nous examinerons quelque jour leur extension.

La première édition de la Carte géologique, feuille de Sens (1874), établie sur des documents anciens, avait figuré sous la lettre M une vaste surface avec la désignation d'argile à silex et à meulières, confondant ainsi l'argile à silex d'altération de la craie et celle provenant de l'altération du calcaire de Beauce; cependant, dans l'ouest de la feuille, l'argile à silex réelle, très développée, est complètement omise et au nord elle est confondue avec le limon à silex superficiel. Dans la seconde édition (1907) il n'est plus figuré aucune argile à silex ni à meulières; tous les plateaux sont uniformément couverts par les sables et glaises de l'argile plastique. Nous pensons qu'aucune de ces méthodes de représentation des couches n'est valide. Sans doute l'argile à silex est un produit d'altération de la craie encore en voie de formation et nous la trouvons aujourd'hui très bas dans les vallées, mais il n'est pas possible de la négliger complètement dans une Carte géologique détaillée; c'est un facteur trop important pour l'agriculture, l'hydrologie et la technologie. On voit l'argile à silex servir de base aux dépôts sparnaciens et couvrir à elle seule d'immenses surfaces, marécageuses en hiver et fendillées en été; elle ne donne pas, comme le Sparnacien, de matériaux utiles aux briquetiers, mais elle fournit des matériaux d'empierrement de bonne qualité pour nos routes; nous estimons même que le but de la Carte ne serait pas rempli si l'on se contentait de rappeler la présence de l'argile à silex par un signe indiquant la présence d'un faciès d'altération de la craie; il est nécessaire de colorier d'une nuance spéciale l'extension d'un résidu aussi important.

La légende suivante résume la constitution des terrains supérieurs du Sénonais :

a^2 Limons des vallées, tourbes, tufs, vases grises.
a^{1b} Limon des plateaux, silex remaniés, outils préhistoriques.
a^{1a} Diluvium sableux et graveleux des vallées, outils paléolitiques.
m^2 Sables granitiques de la Sologne et de l'Orléanais (Burdigalien).
m_{I} Calcaire dur de Champigny-sur-Yonne (Calcaire de Beauce : Firmitien).
m_{II} Sables et grès de Fontainebleau (Stampien).
e_{I} Calcaire meuliérisé de Mâlay-le-Petit (Lutécien).
e_{IV} Sables, argiles, lignites, galets de Montereau (Sparnacien).
e_{V} Argile à silex en place (résidu crétacé décalcifié).

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte d'une lentille de houille en Tunisie.* Note [1] de MM. L. **Gentil** et L. **Joleaud**, présentée par M. Haug.

La présence des terrains carbonifères dans l'Afrique du Nord a été signalée pour la première fois d'après des vestiges de plantes du Culm, rapportées par le botaniste Balansa, du Haut Atlas de Marrakech [2]. L'occupation des oasis sahariennes a permis de révéler le grand développement du Dinantien dans les régions de Colomb-Béchar et de Beni Abbès; puis le lieutenant Poirmeur et M. G.-B.-M. Flamand ont reconnu le Westphalien, avec très minces couches de houille, dans la Hammada située à l'ouest de Béchar [3].

Depuis, le Carbonifère fossilifère a été déterminé par l'un de nous dans le Haut Atlas occidental, dans la Meseta marocaine et dans l'Amalat d'Oudjda [4]. Le même terrain était entrevu par Marcel Bertrand dans la Kabylie du Djurdjura [5] et récemment décrit, au col des Oliviers, sous la forme de schistes à végétaux et lydiennes avec taches d'anthracite graphiteuse [6].

Mais si l'on excepte les minces filets de houille des confins algéro-marocains et les traces charbonneuses du col des Oliviers, le Carbonifère apparaît partout ailleurs comme stérile, du moins en l'état actuel des recherches faites dans ces terrains paléozoïques. On a pu dire ainsi que l'Afrique du Nord était dépourvue de charbons fossiles en dehors des lignites de Smendou et de Marceau en Algérie et de ceux actuellement exploités au cap Bon, en Tunisie.

La découverte d'une lentille de houille aux environs de Medjez el Bab semblerait devoir ranimer à ce sujet des espoirs si longtemps déçus.

Nous devons à M. l'ingénieur Berthon, chef du Service des Mines de la Régence, la bonne fortune d'avoir pu examiner une lentille de houille qui, sans importance économique, n'en offre pas moins le plus vif intérêt au point de vue de la recherche des combustibles minéraux dans le Nord de la

---

(1) Séance du 1er octobre 1917.

(2) Voir à ce sujet Louis Gentil, *Explorations au Maroc*, Paris, 1906, etc.

(3) G.-B.-M. Flamand, *Thèse*, Lyon, 1911, p. 170 et suiv.

(4) Louis Gentil, *Ann. géog.*, t. 16, 1907, p. 70-77, et *Nouv. Arch. Missions scientif.*, t. 16, 1908, p. 190-216.

(5) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, 1897, p. 1335.

(6) L. Joleaud, *Thèse*, Paris, 1912, p. 60.

Tunisie. M. Berthon s'est attaché, depuis une dizaine d'années, à réunir de nombreux documents sur la géologie tunisienne en vue de la publication d'une carte à $\frac{1}{200000}$. Cette initiative des plus méritoires l'a conduit à faire des levés dans la région de Medjez el Bab et il a eu l'extrême obligeance de nous accompagner sur les lieux avec M. Mocqueris, ingénieur de la Compagnie de Bône-Guelma, chargé de l'exploitation de la lentille de charbon, à peu près épuisée aujourd'hui.

Cette lentille a été trouvée à 12^{km} au nord-nord-ouest de la gare de Medjez el Bab, entre les points de cotes 342 et 485 de la carte à $\frac{1}{50000}$, et près du confluent de l'Oued el Melah et de l'Oued el Kranga

La série stratigraphique recoupée entre la voie ferrée et ce gisement charbonneux est la suivante, considérée de la base au sommet : marnes bleues à *Mortoniceras inflatum*, de l'Albien; marno-calcaires du Cénomanien; marnes grises et calcaires blancs à Inocérames du Sénonien; enfin, marnes noirâtres et calcaires massifs de l'Éocène.

Du Trias lagunaire, constitué par des marnes bariolées et des gypses salifères, forme çà et là de petits lambeaux isolés, tandis que, dans l'est, il affleure sur d'assez vastes étendues; il se montre toujours en superposition anormale, alors que le Crétacé et l'Éocène forment une succession normale. Enfin, nous avons reconnu de petits témoins de calcaires liasiques superposés aux marnes albiennes.

La lentille de charbon a environ 20^{m} dans le sens N.-S. et 10^{m} dans le sens transversal. Son épaisseur maximum est de $0^{m},80$. On en a extrait environ 20 tonnes d'un charbon qui, soumis à l'analyse, a donné la composition suivante :

						Moyennes [1].
Humidité	1,98	1,60	2,69	1,60	»	1,967
Matières volatiles	44,02	49,80	50,65	49,40	»	48,49
Carbone fixe	53,99	48,21	44,31	47,50	»	49,50
Cendres	0,01	0,39	2,35	1,50	0,63	0,976
Coke	55,98	48,60	»	»	»	52,29

Ce charbon noir, brillant, extraordinairement pur, de densité 1,55, se rapproche, d'après ces analyses, des flénus gras.

On voit qu'on est en présence d'une véritable houille et nous ne doutons pas, pour notre part, que la lentille de Medjez el Bab appartienne au terrain houiller, malgré les apparences stratigraphiques.

Elle se trouve en effet incluse, comme incrustée, dans les marnes de l'Albien. Mais un examen attentif montre, de façon très nette, qu'elle a été enfoncée dans les marnes

---

[1] Ces analyses, effectuées par le Service des Mines, la Compagnie Bône-Guelma et la Compagnie du Gaz de Tunis, nous ont été obligeamment communiquées par M. l'ingénieur Berthon.

à *Mortoniceras inflatum*. Elle est très étirée et, de sa surface, émanent des apophyses d'un charbon finement pulvérisé. Le centre de la masse donne, au débit, des morceaux de houille compacte, tandis que les bords sont réduits, sur une certaine épaisseur, en un charbon très menu. La texture de cette lentille apparaît comme celle d'un grand cristal de feldspath, d'un granite écrasé et laminé, cristal fortement clivé et diaclasé, entouré d'une association microgrenue des débris de sa trituration partielle. Des surfaces miroitantes témoignent encore du laminage de cette masse charbonneuse.

Il résulte de tout ce qui précède une seule interprétation possible de l'origine de la houille à Medjez el Bab. La lentille charbonneuse a été arrachée à quelque gisement houiller par une nappe de charriage, transportée par elle et incrustée dans les marnes albiennes. On se trouve de ce côté dans la zone des nappes sur lesquelles nous avons déjà appelé l'attention de l'Académie (¹), mais il nous est impossible de dire, en l'état actuel de nos observations, si le paquet de houille a été transporté par la nappe jura-paléozoïque du Djebel Achkel ou par la nappe triasique. De toute façon, cette houille vient du Nord, d'une zone autochtone inconnue, et l'épaisseur, l'homogénéité de la lentille indiquent qu'elle a été arrachée à des lits assez puissants de ce combustible minéral.

AGRONOMIE. — *Les graines de betteraves à sucre.*
Note de M. **Émile Saillard**, présentée par M. Tisserand.

Avant la guerre, on ensemençait en France environ 210000 hectares de betteraves à sucre. A raison de 20^{kg} à 25^{kg} de semences par hectare, cela représentait une consommation annuelle d'environ 5 millions de kilogrammes, dont les $\frac{4}{5}$ environ venaient de l'étranger et en particulier de l'Allemagne.

Pendant les dix années 1904-1913, nous avons fait des essais culturaux pour comparer les variétés françaises aux meilleures variétés allemandes. Ces essais étaient faits, chaque année, dans une dizaine de fermes à betteraves et portaient sur 12 à 14 variétés, dont 6 à 7 françaises. A chaque variété, il était réservé, dans chaque champ, une parcelle de 10^a, ou mieux deux parcelles de 5^a. Les betteraves récoltées étaient pesées à la bascule de la fabrique. On nous envoyait, aux fins d'analyse, 50 à 75 betteraves pour chaque parcelle de 10^a et ces échantillons étaient tous prélevés de la même façon. Le dosage du sucre des betteraves a été fait par la méthode de double diges-

(¹) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 365.

tion aqueuse à chaud Degener-Saillard ([1]). Les résultats obtenus ont été groupés par périodes de 5 années consécutives d'essais et rapportés aux trois meilleures variétés allemandes, lesquelles nous ont servi d'étalons de mesure.

En 1915, je tirais de ces essais les conclusions suivantes ([2]) : « En 1905, les meilleures variétés françaises produisaient moins de sucre par hectare (environ 140^{kg} en moins) et accusaient une richesse saccharine plus faible (0,9 pour 100 en moins). A l'heure actuelle, elles produisent autant et quelquefois plus de sucre par hectare et leur richesse n'est plus que 0,3 à 0,4 pour 100 inférieure. On peut donc produire en France des graines valant celles qui nous venaient d'Allemagne. »

En 1916 et en 1917, on n'a guère employé en France que des graines russes et des graines françaises, surtout des graines russes.

Faute de main-d'œuvre, nous n'avons pu continuer nos essais culturaux comparatifs sur les variétés de betteraves; mais nous avons continué à suivre le développement de la récolte de betteraves, comme nous le faisions, chaque année, avant la guerre, depuis 1901.

Des fermes réparties sur les divers points de la région betteravière nous envoient, chaque semaine, en août et septembre, des échantillons de 25 betteraves consécutives toujours prélevées sur la même ligne du même champ (pour chaque année). Avant la guerre, il y avait 14 fermes qui nous envoyaient des échantillons. En 1916 et en 1917, il y en avait 9. Je laisse de côté l'année 1915 qui a été une année de maladies cryptogamiques.

J'ai déjà récapitulé les résultats des dix années d'essais (1904-1913) ([3]). Voici les résultats moyens de 1916 et 1917, comparés à ceux des dix années (1904-1913).

A la fin de septembre, on a trouvé environ 71000 betteraves par hectare (moyennes des dix années 1904-1913) et environ 64900 betteraves par hectare (moyennes des années 1916 et 1917).

([1]) E. Saillard, *Betterave et sucrerie de betterave*, p. 85.

([2]) E. Saillard, *Journal d'Agriculture pratique*, 1er juillet 1915, et Rapport sur les *Essais culturaux faits sur les graines de betteraves à sucre*, publié en 1915.

([3]) E. Saillard, *Le développement de la betterave à sucre pendant la végétation* (années 1904-1913), brochure publiée en 1914.

A partir du 1er août.	Poids des racines décolletées.		Richesse saccharine des racines décolletées.		Sucre par racine décolletée.		Élaboration de sucre par hectare et par semaine.		Élaboration de sucre par racine et par semaine.	
	1904-13.	1916-17.	1904-13.	1916-17.	1904-13.	1916-17.	1904-13.	1916-17.	1904-13.	1916-17.
	g	g	pour 100	pour 100	g	g	kg	kg	g	g
1re semaine.	152	»	12,29	»	18,92	»	»	»	»	»
2e »	192	175	13,39	13,23	25,69	22,58	481	»	6,77	»
3e »	229	214	14,43	13,14	32,91	28,04	506	354	7,22	5,46
4e »	273	251	14,78	14,03	40,15	35,44	511	465	7,24	7,40
5e »	321	295	15,10	14,50	48,10	42,80	569	531	7,95	7,36
6e »	368	342	15,29	14,43	55,74	49,25	528	376	7,64	6,45
7e »	409	406	15,45	14,52	62,33	59,17	463	653	6,59	9,92
8e »	440	479	15,67	14,87	68,58	68,12	448	532	6,25	8,95
9e »	468	472	16,00	16,03	74,70	75,78	425	491	6,12	7,66

Les résultats des dix années (1904-1913) ne sont pas tout à fait comparables à ceux des deux années 1916 et 1917. Ils sont en outre plus précis parce qu'ils portent sur un plus grand nombre d'années. L'examen des uns et des autres permet néanmoins quelques conclusions :

1° Les betteraves à sucre ont été pratiquement aussi riches en 1916 et 1917 que pendant les dix années qui ont précédé la guerre. La production de sucre par hectare a peut-être été un peu plus faible; mais il faut noter que les conditions de culture ont été moins favorables, à cause de l'insuffisance des engrais et des façons aratoires, donnés, au surplus, trop tardivement. Sans avoir recours aux graines allemandes, on peut donc obtenir de la betterave à sucre sensiblement les mêmes résultats qu'avant la guerre. (La présente méthode de comparaison ne permet pas une plus grande précision.)

2° Pendant les dix années (1904-1913) l'élaboration de sucre par semaine et par hectare ou par racine a été maximum au commencement de septembre (569kg par hectare, 7g,95 par racine). Pour les deux années 1916 et 1917, la semaine d'élaboration maximum est venue un peu plus tard.

Les chiffres qui précèdent se rapportent à de bonnes cultures et dépassent les moyennes courantes.

ENTOMOLOGIE. — *Sur l'apparition du* Carausius morosus ♂ *et sa longévité.* Note (¹) de M. G. **Foucher**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Comme complément aux études faites en 1914, 1915, 1916, 1917, sur la vie des Orthoptères, principalement du *Carausius morosus* Brünner, je crois utile de signaler un fait curieux concernant la longévité des deux mâles de cette espèce, que j'ai pu obtenir dans mes nombreux élevages.

Le *Carausius morosus* est un remarquable exemple de parthénogénèse. Le P. Pantel, introducteur de cette espèce en Europe, vit seulement quelques mâles après de nombreuses générations, et ces mâles se développèrent mal formés, incapables de procréer.

Meissner, à la suite d'élevages considérables, affirme avoir obtenu deux ou trois mâles, mais sans apporter aucune preuve de son affirmation.

M. le professeur Blanc, de Lausanne, obtint un seul mâle la sixième année de son élevage, et Mlle Elkind, son assistante au laboratoire de zoologie, dans sa « Dissertation sur les tubes ovariques et l'ovogénèse chez le *Carausius hilaris* », présentée à la Faculté des sciences de l'Université de Lausanne, en vue d'obtenir le grade de docteur ès sciences, remarque que certaines femelles ont été soumises à un jeûne plus ou moins prolongé, afin d'étudier la répercussion de la privation de nourriture sur le développement des ovules.

Mais Mlle Elkind ne semble pas établir de relation entre l'apparition de ce mâle unique et la présence des femelles privées de nourriture; bien plus, elle ne spécifie pas si ce mâle a été engendré par une de ces femelles souffrantes, ou s'il est sorti d'un œuf de femelle vivant normalement.

M. le professeur Bouvier obtint en 1915, au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, un exemplaire mâle dont la durée d'existence fut assez courte. Je résolus de tenter les mêmes expériences que M. le professeur Blanc, en m'attachant surtout à justifier la théorie : « les Mères en bon état de prospérité procréent des femelles, les Mères souffrantes procréent des mâles. » J'avais obtenu dans trois générations successives un nombre incalculable de femelles, je séparai du groupe général quatre de celles-ci bien conformées, et pendant plus de deux mois je les fis jeûner et souffrir de privations répétées. Le 28 juin 1916, un mâle splendide apparaissait à l'état parfait au milieu de 112 femelles réservées à cause de leur beauté; tous étaient nés de ces quatre femelles torturées. La photographie en a été

(¹) Séance du 8 octobre 1917.

donnée dans le *Bulletin de la Société nationale d'Acclimatation de France*, numéro de novembre 1916.

Au commencement de juillet, voulant tenter une seconde fois cette expérience, mais avec cet élément nouveau : la présence d'un mâle; je plaçai ce *Carausius* ♂ avec deux femelles dans un insectarium spécial, et je constatai de fréquents accouplements, surtout le soir de 8^h à 11^h. Ces accouplements sont assez semblables à ceux du *Cyphocrania gigas*, mais durent beaucoup moins longtemps, 1 heure 10 minutes à 1 heure 30 minutes au maximum, l'accouplement du *Cyphocrania* dépassant facilement 12 heures. Les deux femelles moururent au mois d'octobre, et les œufs ainsi fécondés furent conservés.

Au mois de septembre, remarquant l'extrême vigueur de ce mâle, je mis dans sa cage deux nouvelles femelles; il les féconda fréquemment comme les deux premières, et celles-là, après avoir pondu un nombre considérable d'œufs précieusement conservés, moururent en janvier 1917.

Pendant tout le temps de vie de ces quatre *Carausius* ♀, je m'ingéniai à ne leur donner que le minimum de nourriture nécessaire.

Vers la fin de janvier, le *Carausius* ♂ commença à perdre une partie de son agilité, plusieurs visiteurs le trouvèrent moins rebelle à se laisser prendre, et au matin du 2 février 1917, je le ramassai presque sans vie au fond de l'insectarium; il avait donc vécu 7 mois et 2 jours.

J'ai voulu poursuivre mes expériences en me servant cette fois des œufs pondus par les quatre femelles fécondées; placés dans l'insectarium au commencement de février, ces œufs dans le cours d'avril-mai donnèrent naissance à environ 1100 petites larves, qui prospérèrent rapidement, la nourriture et l'eau leur étant fournies à satiété.

J'éliminai les femelles au fur et à mesure qu'elles arrivaient à l'état parfait, espérant toujours obtenir quelques mâles dans le nombre des insectes qui parcouraient l'insectarium; mon attente ne fut pas complètement trompée, car le 30 juillet un mâle apparut à l'état d'imago, sans que rien dans sa forme précédente ne pût me faire soupçonner sa présence. Mesurant 60^{mm} alors que la femelle a 80^{mm} de longueur, il est d'une extrême finesse, et d'une agilité remarquable; quand on veut le saisir, il court rapidement sur la main de l'observateur, grimpe sur les vêtements et s'échapperait vite si l'attention était un peu distraite, tandis que la femelle, au moindre contact, se met en état de catalepsie volontaire, et fait la morte pendant des heures, quelquefois pendant une journée entière.

Les antennes du mâle mesurent 42^{mm}, soit les $\frac{2}{3}$ de la longueur totale de

l'insecte, alors que les antennes de la femelle ont seulement $\frac{1}{3}$ de sa longueur entière.

Dans le jour le mâle se cache très bien, surtout dans les coins obscurs de l'insectarium, il fait parfois corps compact avec la boiseric, la femelle se contentant de rester au milieu des branches du lierre.

Depuis le 30 juillet ce mâle vit dans l'insectarium en compagnie de trois femelles que je nourris abondamment; rien ne leur manque comme boisson, comme nourriture, et la chaleur est, autant que possible, voisine de 15°. Je réserve les œufs pour avoir la contre-partie des deux expériences précédentes.

J'ai étudié pendant longtemps la biologie de certains Orthoptères, Mantes, Phyllies, *Cyphocrania*, etc. et toujours j'ai vu les mâles ne dépassant pas 4 semaines de vie à l'état parfait; en outre, dans ces espèces, la proportion des mâles est presque égale à celle des femelles; chez les Phyllies, les mâles sont même plus nombreux. D'où vient donc la longévité extraordinaire des seuls *Carausius* ♂ que j'ai pu obtenir. Le premier a vécu assez longtemps pour pouvoir féconder deux générations de femelles adultes, et je ne pourrais affirmer que sa mort soit due uniquement à une cause naturelle, l'extrême rigueur de l'hiver 1916-1917, difficilement combattue par la pénurie du charbon, ayant peut-être abrégé sa vie. Le second, arrivé le 30 juillet à l'état parfait est encore aujourd'hui, 7 octobre, dans toute sa splendeur; il est aussi frais, aussi vif que les premiers jours de son existence d'insecte reproducteur. Dès maintenant je note avec soin toutes les phases de sa vie, très désireux de savoir, s'il est possible d'établir une relation de cause à effet, entre la longévité de cet insecte et son apparition après plusieurs générations parthénogénétiques.

Mais il reste aujourd'hui établi, comme un fait certain, que le *Carausius* mâle n'est plus une rareté, et comme un fait possible, que les souffrances de la mère influencent le sexe dans une mesure insuffisamment déterminée.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le venin de la Murène* (Muræna Helena *L.*). Note (¹) de M. W. **Kopaczewski**, présentée par M. Laveran.

Pour obtenir le venin de la murène on enlève les palais de 10 murènes de tailles différentes, on les hache finement et on les broie avec du sable de mer traité de la façon suivante :

(¹) Séance du 8 octobre 1917.

Ce sable préalablement tamisé est bouilli avec de l'acide chlorhydrique pur; on le lave ensuite dans l'eau courante jusqu'à disparition totale de la réaction acide. On le sèche et l'on humecte 100^g de ce sable avec 20^{cm^3} d'eau salée additionnée de 10 pour 100 de glycérine pure; on filtre au bout de 2 heures, on ajoute de nouveau 10^{cm^3} du liquide et l'on filtre. Cette opération est répétée 4 ou 5 fois. Au bout de 8 heures on recueille le liquide filtré qu'on précipite par trois volumes d'alcool absolu : il se forme un précipité blanc granuleux, peu abondant. On le filtre, on le sèche dans le vide à la température du laboratoire (27° à 30°) et l'on obtient de cette façon environ $0^g,14$ d'une substance blanche amorphe se détachant du cristallisoir en paillettes. Le venin ainsi obtenu est soluble dans l'eau salée à 7,5 pour 100. On éprouve sa toxicité chez les cobayes par des injections intrajugulaires.

1° Cobaye 325^g : $5^{mg},0$. Secousses cloniques au bout de 2 minutes; mort en 4 minutes.

2° Cobaye 380^g : $2^{mg},5$. Inquiétudes pendant 3 minutes; secousses violentes de plus en plus fortes; mort en 5 minutes.

3° Cobaye 320^g : $1^{mg},5$. Au bout de 2 minutes cris plaintifs; se couche sur le côté; secousses assez fortes; se remet, survit.

4° Cobaye 400^g : $1^{mg},5$. Secousses cloniques persistantes et mort en 10 minutes.

5° Cobaye 440^g : $1^{mg},0$. Polypnée; tremblements; survie.

Nous n'avons pas pu constater, avec des doses très fortes du venin, une mort instantanée comme dans les cas d'intoxication par le sérum de la murène.

Nous avons soumis le venin à l'influence de la température et nous avons constaté que, par le chauffage de 15 minutes à 56° C., son action n'est pas affaiblie.

Cobaye 420^g : $1^{mg},5$. Inquiétude; au bout de 5 minutes secousses violentes; se remet; mort en 36 heures.

Cobaye 375^g : $1^{mg},8$. Secousses violentes et mort 5 minutes après.

Après le chauffage de 15 minutes à 75° on constate encore les propriétés toxiques marquées.

Cobaye, 450^g : $1^{mg}, 5$. Polypnée; quelques secousses assez fortes; survie.

Cobaye, 520^g : $1^{mg}, 8$. Au bout de 5 minutes secousses assez fortes caractéristiques et répétées (20 à la minute); se remet; meurt en 30 heures.

Seule l'ébullition abolit les propriétés toxiques du venin.

Si nous examinons ses propriétés hémolytiques, nous constatons que 1^{mg}

de venin hémolyse 1^{cm^3} d'une solution à 1 pour 100 de globules rouges du cobaye au bout de 30 minutes de contact à 40° C. (1).

Les propriétés hémolytiques persistent après chauffage pendant 15 minutes à 56° ou 75°. Nous ne nous croyons pourtant pas autorisé à conclure à un parallélisme entre les phénomènes d'intoxitation et d'hémolyse.

Conclusions. — Le venin de la murène est mortel à la dose de $1^{mg},5$ pour un cobaye d'un poids de 400^{g} à 500^{g}.

La mort survient dans des secousses cloniques violentes au bout d'un temps variable, jamais instantanément.

Ce venin est remarquablement thermostabile ; après le chauffage de 15 minutes à 75°, il possède encore ses propriétés toxiques; seule la température d'ébullition fait disparaître sa toxicité.

Le venin de la murène a un pouvoir hémolytique assez remarquable qu'il conserve même après le chauffage à 75° C.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la cristallisation de l'hémochromogène acide.* Note de MM. **Ch. Dhéré**, **L. Baudoux** et **A. Schneider**, présentée par M. A. Dastre.

1° *Mode de préparation des cristaux.* — Le procédé suivant permet d'obtenir facilement l'hémochromogène acide à l'état cristallisé :

On met dans un tube à essai une petite pincée d'hémine parfaitement cristallisée, préparée par le procédé de Schalfejew-Nencki, et l'on verse sur ces cristaux une dizaine de centimètres cubes d'alcool méthylique à 60 pour 100. On introduit alors une trace d'hydrosulfite de sodium en poudre et l'on scelle immédiatement le tube à la lampe. Après refroidissement de l'extrémité soudée, le tube est plongé dans de l'eau chaude (60° à 65°) et fréquemment agité pendant 15 minutes. Le tube, retiré du bain-marie, est abandonné au repos. Généralement, au bout de 12 à 24 heures, on peut apercevoir de nombreux cristaux d'hémochromogène déposés à la surface du verre sur toute la hauteur qu'occupe la liqueur. Quand les cristaux n'apparaissent pas dans ce délai, on provoque leur formation en imprimant au tube quelques fortes secousses et le laissant ensuite au repos pendant un ou plusieurs jours.

---

(1) W. Kopaczewski, *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 37.

Ajoutons qu'en opérant avec de l'hémine *recristallisée* (débarrassée de ce qu'on appelle la *carcasse* par le procédé à la quinine), il nous a semblé que les cristaux d'hémochromogène se produisaient encore plus aisément qu'avec le produit brut et offraient une plus grande régularité de forme.

2° *Caractères des cristaux.* — Les cristaux ainsi obtenus se présentent sous forme de tables soit d'un rose pur, soit d'un rouge vif, soit d'un rouge légèrement brunâtre, suivant leur épaisseur. Il s'agit, comme le montre la figure 1, de tablettes losangiques dont presque toujours la taille surpasse beaucoup celle des cristaux d'hémine.

M. le Dr P. Koller, assistant de Minéralogie à l'Université de Fribourg (Suisse), qui a bien voulu examiner les cristaux avec nous, a fait les constatations suivantes : les cristaux sont nettement pléochroïques. Ils appartiennent au système rhombique. Les angles aigus du losange ont pour valeur 84°20′.

En dehors de ces cristaux de forme simple, on observe assez fréquemment des cristaux tels que ceux que montre la figure 2. Ils sont constitués,

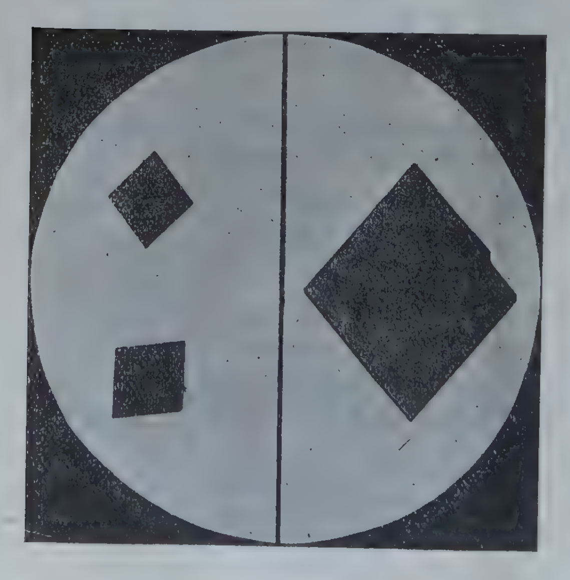




Fig. 1.

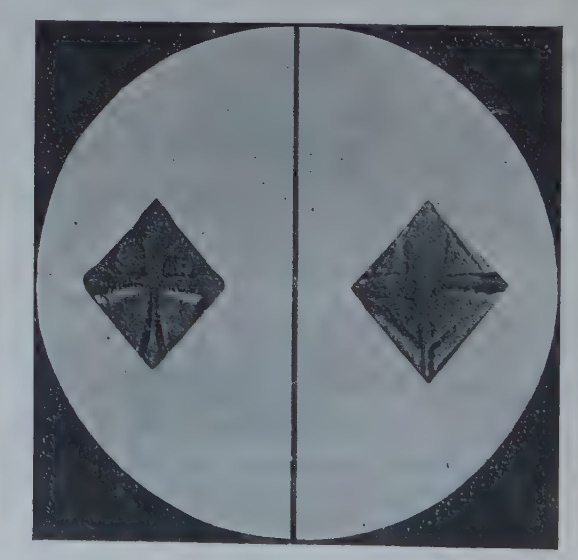


Fig. 2.

d'après M. Koller, par trois cristaux simples à plans disposés perpendiculairement les uns par rapport aux autres : ce sont donc des macles.

Il convient de noter que les figures 1 et 2 sont des reproductions de

photographies non retouchées. Tous les cristaux ont été photographiés à travers la paroi à courbure cylindrique du tube scellé, avec un agrandissement d'environ 100 diamètres [1].

3° *Nature des cristaux*. — Les cristaux dont nous venons de parler prennent naissance dans un milieu qui se trouve posséder, naturellement, une très légère acidité, et l'on peut rendre la réaction franchement acide (en ajoutant à l'alcool un peu d'acide acétique ou même d'acide chlorhydrique) sans empêcher l'apparition de ces cristaux. C'est donc bien à un *dérivé acide* de l'hémine que nous avons affaire. En outre, les cristaux se forment dans une liqueur qui présente la couleur et les caractères spectroscopiques de l'hémochromogène acide [2]. Par conséquent, *on est amené à les considérer comme étant des cristaux d'hémochromogène acide*.

Il y a lieu, toutefois, d'examiner encore le point suivant : l'hémochromogène en question étant obtenu par réduction d'*acétylhémine*, les cristaux ne sont-ils pas constitués par un hémochromogène *acétylé* et *chloré ?*

L'existence d'un groupe *acétyle* ne nous semble pas admissible pour les raisons que voici :

Diverses recherches, dues notamment à Zaleski (1904) et à Marchlewski et Hetper (1907), ont montré que le corps qu'on désigne sous le nom d'*acétylhémine* n'est pas un composé acétylé. De fait, nous avons obtenu des cristaux d'hémochromogène semblables à ceux précédemment décrits (formes simples) en substituant à l'acétylhémine soit de la *β-hémine* de Mörner [3], soit de l'*acétonhémine* de Merunowicz-Zaleski, préparées toutes deux sans emploi d'acide acétique.

Quant à la présence du *chlore*, elle nous paraît, au contraire, très vraisemblable; mais nous ne sommes pas actuellement en état de dire s'il peut s'agir de *chlorhydrate d'hémochromogène* ou simplement d'*hémochromogène chloré*, le chlore, dans ce dernier cas, étant uni directement au fer, suivant l'hypothèse proposée par Merunowicz et Zaleski (1907) pour interpréter la constitution de l'hémine.

---

(1) Le cristal qu'on voit dans le compartiment de droite de la figure 1 est le plus grand que nous ayons observé. La photographie montre deux cristaux d'hémine (fragmentés ?) qui s'y trouvaient accolés.

(2) Cf. Dhéré et Vegezzi, *Sur l'hémochromogène acide* (*Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 18) et Dhéré, *Nouvelles recherches sur l'hémochromogène acide* (*C. R. Soc. de Biol.*, t. 79, 1916, p. 1087).

(3) Avec la β-hémine, nous avons observé aussi d'autres formes cristallines sur lesquelles nous reviendrons dans une publication plus étendue.

CHIRURGIE. — *Du processus de régénération osseuse chez l'adulte.* Note [1] de MM. **Heitz-Boyer** et **Scheikevitch**, présentée par M. Quénu.

Il est classique, depuis les travaux d'Ollier, d'attribuer au périoste le rôle prédominant et pour ainsi dire spécifique dans l'édification osseuse [2], qu'il s'agisse de l'ostéogénèse physiologique de croissance chez l'enfant et l'adolescent ou de l'ostéogénèse de réparation chez l'adulte.

Il est vrai que, la croissance une fois terminée, la couche fertile « ostéogène » du périoste disparaît sur un os normal; mais pour Ollier, cette couche peut reparaître sous l'influence d'une irritation pathologique, et le périoste, ainsi redevenu fertile temporairement, demeure chez l'adulte comme chez l'enfant l'agent essentiel de l'ostéoformation.

Cette notion, qui domine à l'heure actuelle la chirurgie osseuse, nous a paru controuvée par de nombreuses observations faites sur les lésions osseuses de guerre, et un ensemble de constatations nous ont conduits à nier que le périoste adulte, soi-disant « réactivé », fut « créateur d'os ». Ce rôle chez l'adulte appartient à l'*os lui-même :* c'est dans l'*os irrité, atteint d'ostéite, que prend naissance le processus d'ossification* encore mystérieux [3], qui envahira secondairement les tissus environnants paraosseux et avant tout autre le périoste. Ce processus exige, pour se produire, la présence de l'os enflammé *pendant un temps suffisamment prolongé.* L'envahissement des tissus adjacents se fait à la manière d'une véritable *néoplasie ossifiante* [4], se développant le plus souvent sous la forme d'*exostose* (l'endostose est plus rare et se produit alors dans le canal médullaire),

---

[1] Séance du 8 octobre 1917.

[2] Ollier accordait bien aussi un certain pouvoir ossifiant à la moelle et même à l'os; mais combien il était pour lui précaire et aléatoire à côté du rôle capital, indispensable, qu'il attribuait au périoste.

[3] Nous ne voulons pas, en effet, dans cette courte Note, envisager le mécanisme intime de cette ossification, en particulier la possibilité ou non d'un stade cartilagineux intermédiaire.

[4] Le mot paraît particulièrement exact sur des préparations histologiques, où ces prolongements osseux semblent faire réellement irruption dans les tissus adjacents, l'envahissant comme un néoplasme; l'aspect de certaines coupes ferait penser à un ostéome vrai et même à certains sarcomes ossifiants (dits encore *ostéoïdes*).

néoplasie *envahissante par continuité* dans la majorité des cas, mais souvent aussi par *contiguïté* (noyaux osseux disséminés) (1).

Ainsi, l'ossification du périoste chez l'adulte est un phénomène *passif, secondaire* à une irritation de l'os adjacent où est né le processus générateur; la faculté de s'ossifier ne lui est pas spécifique, mais commune à l'ensemble des tissus conjonctifs, sous cette réserve qu'entre tous le périoste demeure à tout âge le plus apte à l'ossification, à cause de son voisinage immédiat avec l'os, de son abondante trame fibreuse, de sa richesse en vaisseaux : la conservation de la membrane périostique garde donc pour le chirurgien une valeur très grande.

En résumé, le processus de l'ossification chez l'adulte, dont l'expression la plus complète est la régénération osseuse, est pour nous un *phénomène exclusivement pathologique*, inflammatoire d'un bout à l'autre, et non le réveil de propriétés physiologiques disparues. Le *primum movens* de cette ossification, toujours accidentelle, part d'un os atteint d'ostéite dont l'action de présence doit s'exercer un temps suffisamment long sur les tissus périosseux : envahis par une véritable néoplasie inflammatoire ossifiante, ils serviront de substratum à l'édification du nouvel os. Le périoste adulte offre pour le développement de cette néoformation un terrain éminemment favorable, mais il n'a pas sur le processus osseux une action génératrice, qui appartient seulement à l'os.

De ces idées nous tirons des conséquences pratiques relatives à la chirurgie de guerre :

Il ne faut pas enlever trop tôt les esquilles et fragments diaphysaires parce qu'ils n'ont pas eu le temps d'amorcer la néoplasie ossifiante dans les tissus voisins, tandis que l'ablation retardée permet à l'ostéogénèse de se produire.

Cette conception permet encore de comprendre la guérison paradoxale des pseudarthroses à la suite du développement d'une infection atténuée.

Peut-être aussi jette-t-elle quelque lumière sur le mécanisme encore obscur des greffes osseuses, le greffon provoque des phénomènes d'ostéite qu'on constate dans sa propre substance et autour de lui et élabore ainsi la néoplasie ossifiante. On sait d'ailleurs que les greffes réussissent avec de l'os dépériosté.

---

(1) Histologiquement, le processus cellulaire et trabéculaire rappelle par beaucoup de points celui décrit dans l'ostéome musculaire; aussi bien, si ce terme, pris dans un sens inflammatoire, n'avait été l'objet de vives critiques en particulier de M. Quénu, aurions-nous été tentés de comparer l'os adulte néoformé à un véritable ostéome.

Enfin le cal ou tissu de cicatrice des fractures fermées n'est lui-même qu'un phénomène d'ostéite traumatique.

M. L. **Hartmann** adresse une Note sur *La décroissance systématique de la force vive dans le choc élastique des corps de la nature.*

(Renvoyé avec d'autres Notes antérieures sur le même sujet à la Section de Mécanique.)

La séance est levée à 16 heures et quart.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 10 septembre 1917.)

Note de M. *P. Wintrebert*, L'automatisme des premiers mouvements du corps chez les Sélaciens :

Page 370, ligne 17, *au lieu de* au-dessus, *lire* au-dessous.